

**Direct injection internal combustion engine has control unit that adjusts relative position of ignition plug electrodes and fuel jet depending on operating point of engine**

**Publication number:** DE10007659

**Publication date:** 2001-09-06

**Inventor:** BERTSCH ULRICH (DE); HOFFMANN MICHAEL (DE); KRECKEL UWE (DE); SCHEFFEL HELMUT (DE)

**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)

**Classification:**

- international: **F02B23/10; F02M61/14; F02M61/16; F02M69/04; H01T13/08; F02B75/12; F02F1/24; F02F3/26; F02B23/10; F02M61/00; F02M69/04; H01T13/00; F02B75/00; F02F1/24; F02F3/26; (IPC1-7): F02B3/02; F02B15/00; F02B17/00; F02M61/16; H01T13/02**

- European: **F02B23/10C; F02M61/14; F02M61/16; F02M69/04C3; H01T13/08**

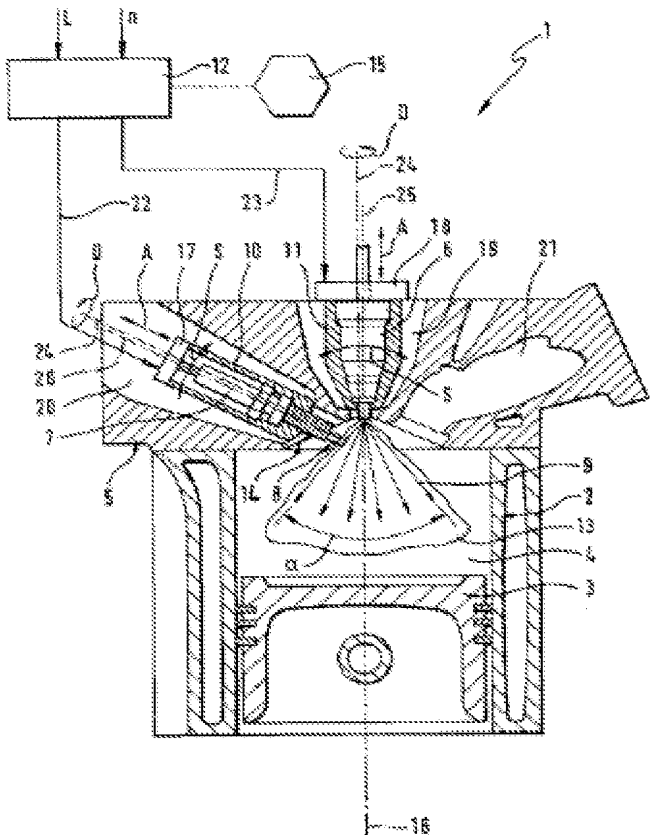
**Application number:** DE20001007659 20000219

**Priority number(s):** DE20001007659 20000219

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10007659**

The engine has an injector (6) per cylinder (2) protruding into a combustion chamber (4) in the cylinder bounded by a piston (3) to inject a fuel jet (9) to form an ignitable air/fuel mixture with separately delivered combustion air and an ignition plug (7) for igniting the mixture. The relative position of the ignition plug electrodes (8) and the fuel jet can be adjusted by a control unit (12) depending on the operating point of the engine.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 07 659 A 1

21 Aktenzeichen: 100 07 659.9  
22 Anmeldetag: 19. 2. 2000  
43 Offenlegungstag: 6. 9. 2001

51 Int. Cl. 7:  
F 02 B 3/02  
F 02 B 17/00  
F 02 B 15/00  
F 02 M 61/16  
H 01 T 13/02

DE 100 07 659 A 1

71 Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Bertsch, Ulrich, Dipl.-Ing., 71576 Burgstetten, DE;  
Hoffmann, Michael, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE;  
Kreckel, Uwe, Dipl.-Ing., 72669 Unterensingen, DE;  
Scheffel, Helmut, Dipl.-Ing., 71088 Holzgerlingen, DE

56 Entgegenhaltungen:

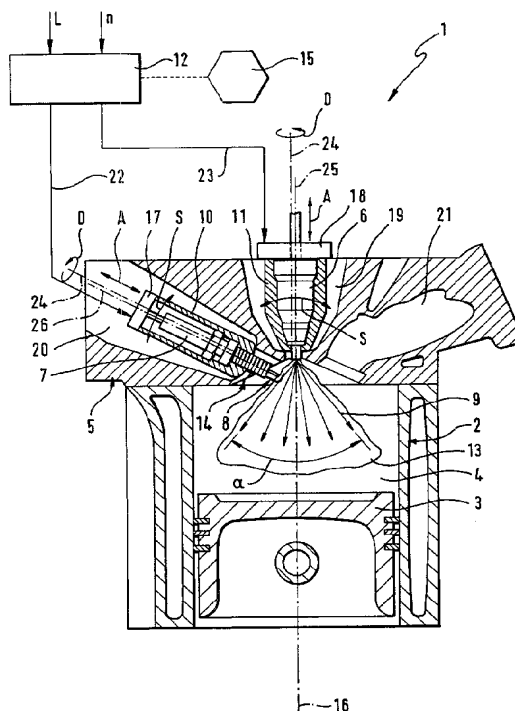
DE	196 42 653 C1
DE	196 45 201 A1
DE	44 24 117 A1
DE	43 24 642 A1
DE	42 38 179 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Otto-Brennkraftmaschine

57 Bei direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschinen ist pro Zylinder 2 ein Injektor 6 vorgesehen, welcher in einem im Zylinder 2 von einem Kolben 3 begrenzten Brennraum 4 einragt, um einen Kraftstoffstrahl 9 zur Bildung eines Kraftstoff/Luft-Gemisches mit separat zugeführter Verbrennungsluft einzuspritzen. Zwischen den Elektroden 8 einer Zündkerze 7 sind Zündfunken zur Zündung des Gemisches auslösbar.  
Um im gesamten Last- bzw. Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine 1 eine optimale Gemischbildung und Verbrennung zu gewährleisten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die relative Lage der Elektroden 8 und des Kraftstoffstrahls 9 zueinander von einer Steuereinheit 12 in Abhängigkeit des Betriebspunktes der Brennkraftmaschine 1 einstellbar ist.



DE 100 07 659 A 1

Die Erfindung betrifft eine direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschinen ist pro Zylinder ein Injektor vorgesehen, welcher in einen im Zylinder von einem Kolben begrenzten Brennraum einragt, um einen Kraftstoffstrahl einzuspritzen. Mit separat zugeführter Verbrennungsluft wird in dem Brennraum ein zündfähiges Kraftstoff/Luft-Gemisch gebildet, welches von einer Zündkerze zu zünden ist, zwischen deren Elektroden Zündfunken auslösbar sind. Die innere Gemischbildung bei gezündeten Otto-Brennkraftmaschinen muß an der Zündkerze Gemisch im zündfähigen Kraftstoff/Luft-Verhältnissenfenster bereitstellen, um eine sichere Zündung und stabile Verbrennung des Gemisches zu gewährleisten. Die Verbrennungsscharakteristik wird dabei von festliegenden Faktoren wie Einspritzdruck, Form und Größe der Einspritzstrahlsöffnung des Injektors, der Injektorbauart, Brennraumform oder auch dem Verdichtungsverhältnis bestimmt.

Im Kraftstoff sparenden Schichtladungsbetrieb wird im Niedriglastbereich der Brennkraftmaschine die stabile Verbrennung eines insgesamt mageren Gemisches durch Zündung eines fetteren Gemisches in der Nähe der Elektroden der Zündkerze erreicht. Der Kraftstoffstrahl wird dabei in einer späteren Phase des Verdichtungshubes des Kolbens in den Brennraum eingespritzt, wobei örtlich eine Gemischwolke mit höherer Kraftstoffkonzentration gebildet wird. Die Elektroden müssen dabei in einem Bereich mit zündfähigem Gemischverhältnis liegen.

Um die Verbrennungsscharakteristik über die festgelegten Faktoren hinaus zu beeinflussen, schlägt die DE 43 24 642 A1 vor, die vom Injektor eingespritzte Kraftstoffmenge und den Einspritzzeitpunkt sowie den Zündzeitpunkt der Zündkerze betriebspunktoptimal zu steuern.

Die DE 196 42 653 C1 offenbart ein Verfahren zur Bildung eines zündfähigen Gemisches für direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschinen, bei dem zur Verbesserung der inneren Gemischbildung insbesondere im Schichtladungsbetrieb über die Variation der Einspritzparameter hinaus vorgesehen ist, den Öffnungshub des Injektors und die Einspritzzeit variabel einzustellen in Abhängigkeit des Betriebspunktes der Brennkraftmaschine. Über die Charakteristik des Kraftstoffstrahls, beispielsweise mit einem geeigneten Einspritzwinkel eines sich ausweitenden Kraftstoff-Kegelstrahls soll die Kraftstoffkonzentration an der Zündkerze gesteuert werden. Die bekannten Einflußmöglichkeiten auf die Gemischbildung an der Zündkerze reichen jedoch unter bestimmten Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine nicht aus, um die bezüglich Kraftstoffverbrauch optimale Gemischkonfiguration und Verbrennungsscharakteristik zu erreichen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Otto-Brennkraftmaschine derart weiterzubilden, daß im gesamten Last- und Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine eine optimale Gemischaufbereitung und Gemischzündung gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist die relative Lage der Elektroden und des Kraftstoffstrahls zueinander von einer Steuereinheit in Abhängigkeit des Betriebspunktes der Brennkraftmaschine einstellbar. Der Steuereinheit werden zur Bestimmung des Betriebspunktes gemessene Betriebsparameter der Brennkraftmaschine eingegeben, vorzugsweise ein Last- oder Drehzahlsignal. Die Einstellung der relativen Lage der Elektroden und des Kraftstoffstrahls erfolgt dabei derart, daß ein

zwischen den Elektroden überspringender Zündfunke zündfähiges Gemisch erfaßt. Die Funkenlage wird dabei derart bestimmt, daß insbesondere auch im Schichtladungsbetrieb eine stabile Verbrennung der Gemischwolke erfolgt. Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, daß die optimale Funkenlage relativ zur Lage des Kraftstoffstrahls und damit des Gemisches in unterschiedlichen Betriebspunkten der Brennkraftmaschine verschieden ist. Durch die Erfindung wird die relative Funkenlage, das heißt der Zündort, optimal einstellbar.

Zweckmäßig ist dabei die Lage der Elektroden im Brennraum veränderbar, wobei in Abhängigkeit des Betriebspunktes die Elektroden von der Steuereinheit in eine vorgesehene Position relativ zum Kraftstoffstrahl gebracht werden, beispielsweise in den Mantelbereich eines kegelförmig eingespritzten Kraftstoffstrahls. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Elektroden axial aus der Zündkerze ausschiebbar, wodurch bedarfsweise eine weiter im Inneren des Brennraums liegende Funkenlage einstellbar ist. Besonders vorteilhaft ist die Zündkerze von der Steuereinheit bewegbar im Zylinderkopf angeordnet, wodurch weitere Freiheitsgrade in der Führung der Elektroden gegeben sind.

Zur Einstellung der relativen Lage der Elektroden und des Kraftstoffstrahls kann auch die Lage des Kraftstoffstrahls von der Steuereinheit einstellbar sein. Dabei ist der Injektor zweckmäßig bewegbar im Zylinderkopf angeordnet.

Eine besonders genaue Einstellung der optimalen Relativlage der Elektroden und des Kraftstoffstrahls zueinander ist gegeben, wenn sowohl die Lage der Elektroden veränderbar ist als auch der Injektor bewegbar ist. Vorteilhaft sind die Zündkerze und/oder der Injektor in Richtung ihrer Längsachse verschiebbar. Eine weitere vorteilhafte Variationsmöglichkeit zur Einstellung der Relativlage der Elektroden und des Kraftstoffstrahls ist gegeben, wenn die Zündkerze und/oder der Injektor drehbar angeordnet sind. Die Drehung erfolgt dabei um eine parallel mit Abstand zu der Längsachse des Injektors bzw. der Zündkerze liegenden Drehachse, wodurch eine exzentrische Bewegung erfolgt.

Durch Aufnahme der Zündkerze und/oder des Injektors in einem schwenkbar gelagerten Halter sind weitere variable Einstellmöglichkeiten der Relativlage zwischen Zündkerze und Injektor gegeben. Der Halter ist relativ zu einer Zylinderachse des jeweiligen Zylinders schwenkbar, wodurch die Zündkerze und der Injektor in ihrer gemeinsamen Ebene präzisiert bewegbar sind und die optimale Funkenlage im Brennraum einstellbar ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Zeichnungsfigur zeigt einen Längsschnitt durch einen Zylinder 2 einer direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschine 1. In dem Zylinder 2 ist ein Kolben 3 längsbeweglich geführt und begrenzt einen Brennraum 4. Ein Zylinderkopf 5 liegt auf dem Zylinder 2 auf und schließt den Brennraum 4 mit einem im vorliegenden Ausführungsbeispiel kegelförmig ausgestalteten Brennraumdach 14 ab. Im Zylinderkopf 5 ist ein Injektor 6 angeordnet, welcher in jedem Arbeitsspiel des Zylinders 2 Kraftstoff zur inneren Gemischbildung in den Brennraum 4 einspritzt. Der Injektor 6 ist in etwa zentraler Position im Scheitel des Brennraumdaches 14 angeordnet und spritzt einen Kraftstoffstrahl 9 ein, welcher kegelförmig sich zum Kolben 3 mit dem Öffnungswinkel  $\alpha$  erweitert. Über einen Einlaßkanal 21 wird dem Brennraum 4 separat Verbrennungsluft zugeführt, welche mit dem eingespritzten Kraftstoff eine im wesentlichen zentral im Brennraum 4 liegende Gemischwolke 13 bildet. Die Gemischwolke 13 weist im Schichtladungsbetrieb der Brennkraftmaschine 1 nach außen abnehmende Kraftstoff-

konzentration im Gemisch auf. In höheren Lastbereichen kann auch homogene Gemischbildung erfolgen.

Im Zylinderkopf **5** ist außerdem eine Zündkerze **7** angeordnet, welche mit ihren Elektroden **8** in den Brennraum **4** ragt. Durch Anlegen elektrischer Zündspannung an die Elektroden **8** springen zwischen den Elektroden **8** zu den vorgesehenen Zündzeitpunkten während der Arbeitsspiele des Zylinders **2** Zündfunken über, um das Kraftstoff/Luft-Gemisch zu zünden. Im Schichtladungsbetrieb der Brennkraftmaschine **1** liegen die Elektroden **1**, wie in der Zeichnung dargestellt, etwa im Kegelmantelbereich des Kraftstoffstrahls **9**, wo zündfähiges Kraftstoff/Luft-Gemisch innerhalb des stöchiometrischen Fensters vorliegt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Zündkerze **7** und der Injektor **6** relativ zueinander verstellbar angeordnet. In jedem Last- und Drehzahlbereich des Betriebskennfeldes der Brennkraftmaschine kann so eine optimale Gemischbildung erfolgen, wobei Kraftstoffstrahlen **9** mit unterschiedlichen Geometrien bzw. Öffnungswinkeln  $\alpha$  oder auch unterschiedliche Luftbewegungen der Verbrennungsluft wie Drall- oder Tumbleströmungen die Gemischbildung unterstützen können. Der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Kraftstoffkegels **9** kann beispielsweise über einen variablen Ventilhub des Injektors **6** eingestellt werden. Auch über Leitelemente im Einlaßkanal **21** wie Klappen oder ähnliches kann die Ladungsbewegung im Brennraum **4** und die Geometrie der Gemischwolke **13** beeinflusst werden. In jedem Kennfeldbereich der Brennkraftmaschine kann so eine optimale Gemischkonfiguration erfolgen und die Gemischwolke **13** durch entsprechende, einstellbare Positionierung der Elektroden **8** der Zündkerze **7** in idealer Funkenlage gezündet werden. Die Elektroden **8** werden von einer Steuereinheit betriebspunktabhängig dem Kraftstoffstrahl **9** nachgeführt, um eine optimale Entflammung und Verbrennungsscharakteristik der Gemischwolke **13** zu gewährleisten.

Die Zündkerze **7** ist bewegbar in einem Kerzenhalter **10** aufgenommen, welcher in einer entsprechenden Aufnahmeöffnung **20** im Zylinderkopf **5** angeordnet ist. Die Zündkerze **7** ist im Kerzenhalter **10** in Axialrichtung **A** und in Drehrichtung **D** bewegbar. Die Drehachse **24** der Drehbewegung liegt dabei parallel und mit Abstand zu der Längsachse **26** der Zündkerze, wodurch die Zündkerze **7** bei Drehbewegung **D** exzentrisch bewegt wird. Der Kerzenhalter **10** ist des weiteren schwenkbar im Zylinderkopf **5** gelagert, wodurch die Zündkerze **7** mit ihren Elektroden **8** mit einer Schwenkbewegung **5** relativ zu der Zylinderachse **16** des Zylinders **2** einstellbar ist. Die Kerzenaufnahme **20** im Zylinderkopf **5** ist entsprechend der vorgesehenen Schwenkbewegung **S** des Kerzenhalters **10** konisch erweitert. Die Bewegungen der Zündkerze in Axialrichtung **A** in Drehrichtung **D** sowie die Schwenkbewegung **S** des Kerzenhalters **10** werden von einem schematisch dargestellten Stellantrieb **17** durchgeführt, welcher über eine Signalleitung **22** mit der Steuereinheit **12** verbunden ist.

Die Steuereinheit **12** stellt in Abhängigkeit des Betriebspunktes der Brennkraftmaschine **1** die jeweils optimale Lage der Elektroden **8** relativ zum Kraftstoffstrahl **9** ein. Die Einstellungen für den jeweils vorliegenden Betriebspunkt liest die Steuereinheit **12** in Abhängigkeit eines gemessenen Betriebsparameters der Brennkraftmaschine **1** aus einem Kennfeldspeicher **15** aus. In dem Kennfeldspeicher **15** sind im voraus ermittelte Optimaleinstellungen in Abhängigkeit des Lastpunktes **L** oder der Drehzahl **n** der Brennkraftmaschine **1** oder wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel in Abhängigkeit von beiden Parametern abgelegt.

Über den Stellantrieb **17** werden die Elektroden **8** in die bezüglich Längs-, Quer- und radialer Position im Brennraum **4** optimale Funkenlage gebracht. Alternativ oder er-

gänzend zu der Verstellung der gesamten Zündkerze kann auch die Lage der einzelnen Elektroden **8** miteinander oder relativ zueinander verändert werden, so daß sich die Funkenlage im Bereich optimal zündfähigen Gemisches befindet. Die Elektroden **8** können dabei axial in den Brennraum **4** ausschiebbar sein.

Besonders vorteilhaft ist wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel auch der Injektor variabel einstellbar im Zylinderkopf **5** angeordnet. Der Injektor **6** ist in einem Düsenhalter **11** aufgenommen, welcher ähnlich dem Kerzenhalter **10** der Zündkerze in einer Injektoraufnahme **19** schwenk- beweglich gelagert ist. Der Injektor **6** ist des weiteren in Drehrichtung **D** und in Axialrichtung **A** ähnlich der Zündkerze **7** bewegbar. Die Drehachse **24** liegt, wie oben bereits zur Einstellung der Elektrodenlage beschrieben, exzentrisch zur Längsachse **25** des Injektors **6**. Der Injektor **6** ist mittels eines Stellantriebes **18** über eine Signalleitung **23** von der Steuereinheit **12** einstellbar. Entsprechend den betriebspunktabhängigen Kennfelddaten aus dem Speicher **15** wird über eine entsprechende Verschwenkung, Drehung und Axialverschiebung des Injektors **6** in Abstimmung mit der Einstellung der Zündkerze **7** der Kraftstoffstrahl **9** in optimaler Richtung und Öffnungswinkel  $\alpha$  eingespritzt.

Die Variation der Funkenlage relativ zur Gemischwolke **13** kann auch allein über die Bewegung der Elektroden **8** oder auch über die Längsbewegung **A**, Drehbewegung **D** und Schwenkbewegung **S** des Injektors **6** eingestellt werden. Durch die optimale Positionierung der Elektroden **8** und des Injektors zueinander kann auch das Anspritzen der Brennraumwände der Elektroden **8** und des Kolbenbodens mit Kraftstoff weitgehend vermieden werden, um schädlichen Verkokungen insbesondere der Elektroden **8** entgegenzuwirken.

Um eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses im Brennraum **4** in Folge der Lageveränderung der Elektroden bzw. des Kraftstoffstrahls zu vermeiden, kann das Kompressionsvolumen im Brennraum beispielsweise über eine variabel einstellbare Brennraumwand korrigiert werden. Hierzu kann ein Volumenelement vorgesehen sein, welches in Abstimmung mit der Einstellung des Injektors **6** und der Zündkerze **7** im Brennraum **4** bewegbar ist. Die Variation der Verdichtung ist vorteilhaft wie die Einstelldaten des Injektors **6** und der Zündkerze **7** im Kennfeldspeicher **15** berücksichtigt.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Einstellung der Lage der Elektroden **8** und des Kraftstoffstrahls **9** relativ zueinander wird darin gesehen, daß ein erheblich schnelleres Umschalten im Fahrbetrieb von Teillast zu Vollast gegeben ist. Auch wird durch optimale Einstellung der Zündkerze **7** und des Injektors **6** das Kaltstartverhalten der Brennkraftmaschine **1** verbessert, unter anderem durch Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses in Verbindung mit der optimalen Positionierung der Zündkerze **7** und des Injektors **6**. Die Verschiebung des Injektors **6** und der Zündkerze **7** sowie die Verschiebung der jeweiligen Halter **10**, **11** kann auch zur Unterstützung einer gewünschten Luftströmung der Verbrennungsluft genutzt werden, wie etwa einer Drallströmung um die Zylinderachse **16**. Der Kerzenhalter **10** und der Düsenhalter können dabei eine Formgebung als Leitelement aufweisen.

#### Patentansprüche

1. Direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine mit pro Zylinder (2) einem Injektor (6), welcher in einem im Zylinder (2) von einem Kolben (3) begrenzten Brennraum (4) einragt, um einen Kraftstoffstrahl (9) zur Bildung eines zündfähigen Kraftstoff/Luft-Gemi-

- sches mit separat zugeführter Verbrennungsluft einzuspritzen, und mit einer Zündkerze (7) zwischen deren Elektroden (8) Zündfunken zur Zündung des Kraftstoff/Luft-Gemisches auslösbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die relative Lage der Elektroden (8) und des Kraftstoffstrahls (9) zueinander von einer Steuereinheit (12) in Abhängigkeit des Betriebspunktes der Brennkraftmaschine (1) einstellbar ist. 5
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Elektroden (8) im Brennraum (4) veränderbar ist. 10
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (8) axial aus der Zündkerze (7) ausschiebbar sind.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerze (7) von der Steuereinheit (12) bewegbar im Zylinderkopf (5) angeordnet ist. 15
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage des Kraftstoffstrahls (9) von der Steuereinheit (12) einstellbar ist. 20
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (6) bewegbar im Zylinderkopf (5) angeordnet ist. 25
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerze (7) und/oder der Injektor (6) in Richtung ihrer Längsachse (25, 26) verschiebbar sind.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerze (7) und/oder der Injektor (6) um eine parallel mit Abstand zu ihrer Längsachse (25, 26) liegende Drehachse (24) drehbar angeordnet sind. 30
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerze (7) und/oder der Injektor (6) in einem Halter (10, 11) aufgenommen sind, welcher relativ zu einer Zylinderachse (16) des jeweiligen Zylinders (2) schwenkbar gelagert ist. 40

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -

